

establecidas en los campos con mamposterías gróseras, cuestan en general mucho ménos.

Admitiendo el precio ya elevado de 1.000 pesetas por fuerza de caballo, el interés y amortización á 12 por 100 de esta suma es 120 pesetas por año, y se ve que si el motor trabaja 250 días por año, el jornal de caballo hidráulico vendrá á ser de 0^o,48. Si el motor no trabajara sino 50 días, vendría á ser de 2^o,40. Suponiendo que trabaje 12 horas diarias, se ve que los 1.000 kilográmetros costarían á 0^o,000747 en el segundo caso, y solamente á 0^o,000148 en el primero.

Estas cifras muestran cuán económico es el trabajo de los motores hidráulicos, y al mismo tiempo cuánto importa para bajar el precio de la unidad de trabajo, utilizar el mayor número posible de días por año. Es raro que la trilla de los cereales y el poner en movimiento otras máquinas de la granja pueda ocupar al motor durante la mayor parte del año. Es, pues, ventajoso, cuando se posee un salto de agua, disponer el motor de manera que mueva según la necesidad, las máquinas de la granja ó los aparatos de una maquinaria industrial, siempre pronta á utilizar la fuerza, un molino de harina, de aceite, ó un molador de pastos, por ejemplo. Pero el precio del trabajo del agua es tan poco elevado, aún en el caso de un pequeño número de días de trabajo anual, que se hallará siempre gran economía en su empleo.

CAPÍTULO VII

Aparatos de trasmision empleados en la agricultura.

OBJETO DEL CAPÍTULO. Los aparatos que sirven para transmitir el trabajo mecánico del motor que le produce á la máquina que lo consume, pueden dividirse en dos clases principales. La primera comprende los mecanismos empleados para comunicar el movimiento entre puntos poco lejanos unos de otros: la segunda comprende los aparatos destinados á transmitir la fuerza del motor á distancias considerables. Los árboles, las correas, las ruedas dentadas, etc., pertenecen á la categoría de las trasmisiones á distancias pequeñas. Los cables telodinámicos de M. Hirn, los cables de tracción de los aparatos de labranza al vapor, los conductos de agua, de aire, ya comprimido ya enrarecido, son aparatos de trasmision á gran distancia: dan movimiento á máquinas instaladas en punto fijo, ó bien á máquinas obligadas á moverse, como arados, rastrillos, etc. Los aparatos de trasmision á gran distancia, cuyo empleo es aún muy nuevo, tienen para la industria agrícola una importancia capital: forman el punto de partida del empleo general de la potencia de los motores mecánicos á los trabajos de cultivo. Debemos, por consiguiente, estudiarlos con todos los detalles necesarios.

Hablarémos primero de los principales aparatos de trasmision á pequeñas distancias, que son los intermedios obligados entre todo motor y las máquinas que es necesario mover dentro de la casa.

TRASMISION Á PEQUEÑAS DISTANCIAS. Las trasmisiones ordinariamente establecidas en las granjas se componen de árboles sostenidos por cojinetes, poleas de trasmision, manguitos y otros órganos accesorios que examinaremos sucesivamente.

ARBOLES. Estos se construyen de hierro, ó mejor de acero. Generalmente sólo se tornean los muñones que descansan sobre los cojinetes; pero es preferible torneare todo el árbol entero y darle una forma exactamente cilíndrica, que permita colocar fácilmente los cojinetes ó las poleas, según las necesidades sucesivas de la explotación. Las extremidades de los árboles enteramente torneados se terminan por superficies esféricas, que se apoyan contra superficies planas perpendiculares á la direccion del árbol, destinadas á impedir su movimiento longitudinal.

Los árboles están sometidos á un esfuerzo de flexion por la accion de los pesos que les cargan ó fuerzas que los solicitan, y á un esfuerzo de torsion resultante del que transmiten durante su movimiento de rotacion. Para determinar el diámetro que conviene darles, se

calcula primero la dimension necesaria para que resistan sin tomar curvatura sensible por la accion de las fuerzas que tienden á doblarles. Se calcula en seguida la dimension necesaria para resistir al esfuerzo de torsion, se adopta naturalmente, para diámetro del árbol, el valor mayor de los resultados obtenidos por estos dos métodos de cálculo. Se debe uno asegurar, además, de que el diámetro así obtenido es suficiente para los quicios. Las fórmulas que permiten calcular las dimensiones de un árbol sometido á esfuerzos cualesquiera, son un poco complicadas, y la determinacion gráfica de estas dimensiones exigiria dibujos en gran escala, que ocuparian demasiado lugar. Dirémos solamente que los árboles de las instalaciones agrícolas expuestos á choques, y cuyo entretenimiento es en general poco esmerado, deben ser un poco más fuertes que los de las máquinas industriales de marcha perfectamente regular.

No podemos recomendar suficientemente á los constructores celosos de su reputacion el que traten de aproximarse mucho más en sus cálculos á los coeficientes mayores, dados por los tratados de Mecánica industrial, que no á los coeficientes menores, como se ha hecho alguna vez por economizar un poco de materiales.

Para dar una idea aproximada de la dimension de los árboles, dirémos que un árbol de hierro de 2^m.40 de longitud entre sus cojinetes, girando con una velocidad de 30 á 35 vueltas por minuto, debe tener próximamente de diámetro 0^m.044, 0^m.051, 0^m.061, 0^m.076, 0^m.086 para transmitir 2, 3, 4, 5, ó 6 caballos de fuerza. El empleo del acero permite disminuir en 0^m.1 á 0^m.2 las dimensiones precedentes, que se refieren á árboles de hierro. En todos los casos y á falta de empleo de fórmulas, el que compra una transmision puede siempre asegurarse que es bastante fuerte, comprobando que el árbol no sufre flexion ni torsion sensibles entre dos cojinetes consecutivos. La torsion, cuando la transmision marcha con toda su fuerza, no debe llegar á un cuarto de grado por metro de longitud del árbol.

El frotamiento de los quicios, gorriones ó muñones de los árboles sobre los cojinetes gasta una cantidad de trabajo igual por cada vuelta á la circunferencia del muñon, multiplicada por la presion ejercida por éste sobre su soporte, y, en fin, por lo que se llama el coeficiente de frotamiento, es decir, por la relacion de la resistencia al movimiento á la presion que se ejerce normalmente entre las dos superficies en contacto. Este coeficiente de frotamiento para muñones de fundicion ó de hierro, girando sobre cojinetes de bronce sometidos á un engrase continuo, es igual próximamente á 0,054: se eleva de 0,070 á 0,080 para cojinetes untados de aceite ó sebo: en fin, sube fácilmente á 0,150 ó 0,160 cuando las superficies están mal engrasadas, y solamente untuosas. En una transmision por árbol de 0^m.08 de diámetro, dando 120 vueltas por minuto, y contando 10 cojinetes de los que cada uno soportaria una carga de 60 kilogramos, el trabajo perdido por segundo por los frotamientos sería de $2 \times 3,1415 \times 0^m.08 \times 60 \times 0,054 \times 10 = 16^{kgr.}2$ con un excelente engrasado continuo. Si el engrasado fuere intermitente y poco cuidado, el trabajo perdido por el frotamiento sería de $22^{kgr.}6$, y, en fin, se elevaria á $46^{kgr.}2$ con un engrasado insuficiente y de superficies untuosas solamente, que no tardarian por otra parte en producir desgastes y deterioros.

Este trabajo mecánico está, pues, lejos de ser despreciable, pues que absorbe, en el ejemplo que se acaba de citar, lo ménos un quinto de caballo cuando el engrasado es perfecto, y casi dos tercios de caballo cuando aquél es insuficiente. Se advertirá además que la economía producida en el caso considerado, por un engrasado continuo perfecto; comparado con uno ordinario, es de un onzavo de caballo, cantidad que se traduce al fin del

año por una tonelada de carbon lo ménos, consumida inútilmente, si se trata de una máquina de vapor, ó por una cantidad correspondiente de pienso si se trata de un malacate. Esta observacion basta para mostrar la importancia de los aparatos engrasadores, de que se tratará más adelante, y en general, el interés de los cuidados minuciosos que se tengan en todos los detalles de los trabajos de una explotacion.

Los árboles de transmision descansan, de distancia á distancia, por sus gorriones sobre órganos fijos, llamados soportes, que se componen de dos partes esenciales: el cojinete, que es ordinariamente de bronce, y el cuerpo, que cuasi siempre se hace de fundicion. Los soportes inferiores de los árboles verticales toman el nombre de quicioneras.

Los pernos que sirven para fijar el soporte sobre el macizo, ordinariamente de piedras, que le soporta deben ser muy fuertes y solidamente asegurados ó fijos. Los agujeros hechos en la suela para recibir estos pernos de fijacion son de forma ovalada para facilitar la colocacion de una manera rigurosa del cojinete, aun cuando el perno de fijacion no está absolutamente en su sitio. El sombrero y la base del cojinete deben dejar entre sí un pequeño intervalo que se llena con calzos, ordinariamente de madera dura, á fin de poder apretar los pernos del sombrero sin ejercer sobre el quicio una presion inútil. En las máquinas poderosas ó sometidas á vibraciones continuas, los pernos de union del sombrero llevan una doble tuerca, pero esta precaucion no es útil sino en un pequeño número de máquinas agrícolas.

Cuando el muñon ejerce sobre su soporte una presion continua en un cierto sentido y presiones alternativas en otras dos direcciones, se emplea, si las fuerzas en accion son un poco considerables, soportes con tres cojinetes de compresion independiente. Estas disposiciones un poco complicadas y rara vez empleadas en las máquinas de las granjas, exigirian explicaciones harto extensas para caber aquí.

La longitud de los casquillos de los cojinetes es igual á la de los muñones. Se da con bastante frecuencia á la parte del árbol que va sobre el cojinete una longitud igual á tres veces y media el diámetro del muñon. Conviene tomar una relacion bastante mayor, sobre todo para árboles de movimiento rápido, como se encuentran con tanta frecuencia en las máquinas agrícolas. Alargando las partes frotantes de los árboles sobre los cojinetes, se disminuye la presion por unidad de superficie, y por consiguiente, se hace ménos rápido su desgaste, y los movimientos más dulces.

La forma de los soportes varia al infinito segun las disposiciones de los aparatos y las exigencias locales. El vértice del sombrero de los soportes está atravesado por un agujero muy ensanchado en su parte superior, que se prolonga á través del casquillo del cojinete, para poder introducir el aceite del engrasado. Los casquillos de los cojinetes llevan interiormente una pequeña ranura helizoidal, que sirve para distribuir uniformemente la materia grasa sobre toda la superficie del muñon. Se pone ordinariamente una mecha de algodón en el agujero del sombrero, y se le llena de aceite.

Se han imaginado un gran número de aparatos engrasadores automáticos, cuasi todos harto complicados para las máquinas agrícolas. Conviene colocar debajo de cada mesa, y en general debajo de todas las partes de las máquinas sometidas á un engrase continuo, un vaso pequeño de hoja de lata dispuesto para recibir el aceite ó grasa que se derrame. Esta precaucion evita la suciedad y permite recibir las materias grasas que se escapan de las piezas en movimiento. Estos productos filtrados, á través de una tela, son muy buenos, á pesar de su color oscuro, para el engrasado de las ruedas de carros.

El ajuste, colocación y entretenimiento de los soportes y sus cojinetes, exigen mucho cuidado: la marcha regular de la trasmisión depende, sobre todo, de la calidad y buen estado de los soportes. No se podrá, pues, recomendar bastante á los propietarios fijen una atención continua en esta parte de mecanismo.

Cuando un árbol es demasiado largo para que se haga de una sola pieza redonda de hierro ó de acero, se le divide en muchas secciones, cuyas extremidades se unen dos á dos por un manguito de union, colocado cuan cerca sea posible de un cojinete. Estos manguitos son de fundicion, su espesor es igual próximamente al tercio de diámetro del árbol, aumentado en 5 milímetros. Las extremidades del árbol son achafanadas para evitar un escape longitudinal de las dos partes de la trasmisión. Una clavija de acero completa el acoplamiento. La cabeza de esta clavija produce muchas veces accidentes cuando se aproximan vestidos ó las manos durante su movimiento. Conviene, pues, para prevenir estos peligros, envolver la cabeza del manguito con una chapa delgada.

Cuando dos partes de un árbol deben ser colocadas solidarias ó independientes á voluntad, se emplea un manguito dentado. Uno de los árboles termina por un pequeño muñon, que penetra en el agujero correspondiente del segundo árbol, para asegurar la coincidencia de sus ejes. La parte del árbol situada á la izquierda, por ejemplo, lleva un semi-manguito fijo. El manguito de la derecha, al contrario, puede resbalar longitudinalmente sobre el árbol, pero dos lengüetas se oponen á su movimiento de rotacion. Cuando las dos mitades del manguito de union están alejadas, las dos porciones del árbol son independientes, y una de ellas puede girar mientras que la otra está en reposo. Al contrario, si los dos semi-manguitos están en contacto, los dientes del uno entran en los huecos del otro, y las dos partes del árbol se hacen solidarias. Se hace mover el semi-manguito móvil de derecha á izquierda para abrocharlos, y de izquierda á derecha para separarlos, con ayuda de una palanca terminada por una horquilla que abraza una garganta torneada sobre el manguito móvil. Los dientes de los manguitos no pueden servir para arrastrar el árbol que conducen, sino en un solo sentido. Si se tuviera necesidad de una union que pudiera servir para el movimiento en ambos sentidos, se daría á los dientes una forma rectangular en vez de la triangular ordinaria. Para máquinas poderosas ó en las que las uniones y separaciones se reprodujeran con frecuencia, y sobre todo, durante la marcha, se emplean uniones de fricción, más complicadas que las precedentes, pero inútiles aquí, pues que no son cuasi nunca necesarias en las máquinas agrícolas.

Sucede con frecuencia en el montaje de las máquinas, que es necesario transmitir un movimiento de rotacion de la misma velocidad entre dos árboles cuyos ejes forman entre sí un cierto ángulo.

El problema puede resolverse siempre por medio de ruedas iguales de ángulo, convenientemente colocadas; pero esta solución es un poco complicada, y cuando se trata de árboles que forman entre sí un ángulo poco considerable, se prefiere, en general, emplear un órgano especial, conocido bajo el nombre de union universal ó union de Cardan, análoga á la que hay en los telescopios. Esta se encuentra perfectamente clara en la parte inferior de la derecha de la figura 19, que es un malacate análogo á los descritos en el capítulo IV, metálico, y con solo una rueda dentada y un piñon, por lo cual es fácil de trasportar.

Los dos árboles están terminados por horquillas reunidas por dos ejes. A la derecha, por ejemplo, los dos ejes en cruz están formados por simples pernos situados en un mismo plano, y asegurados en una pieza de hierro de forma octagonal. En la union

á la izquierda, la pieza en cruz está formada por la reunion de dos cilindros huecos de fundicion, colocados en ángulo recto, cuyos ejes están situados en dos planos paralelos, separados por dos veces el radio de los cilindros huecos. Dos pernos de cabeza y tuerca exterior atraviesan las horquillas de cabeza de los árboles y la misma cruz.

Cuando uno de los árboles está animado de un movimiento de rotacion, el segundo le sigue necesariamente: pero la trasmisión del movimiento de un árbol al otro, no se efectúa de una manera uniforme. El movimiento angular instantáneo de uno de los árboles, es tanto más rápido, cuanto más lento es el del otro. Cuando el ángulo es pequeño, las fuerzas transmitidas poco considerables, los árboles y sus accesorios bastante ligeros, y en fin, cuando las máquinas consideradas no exigen una regularidad absoluta, estas diferencias no tienen inconveniente; pero fuera de estas condiciones, el empleo de la union de Cardan da malos resultados, que convenia señalar, porque los constructores poco experimentados abusan del empleo de este órgano muy sencillo, pero de una aplicacion ceñida á condiciones bastante limitadas.

POLEAS Y CORREAS. La trasmisión del movimiento entre dos árboles demasiado alejados para ponerse en comunicacion por ruedas dentadas, se hace cuasi siempre con ayuda de poleas fijas sobre los árboles en puntos convenientes y sobre los que se arrollan correas de cuero. Las llantas de las poleas destinadas á recibir las correas, deben ser torneadas y presentar un ligero bombeo igual á $\frac{1}{50}$ próximamente del ancho de la correa. Cuando están yustapuestas muchas poleas y deben recibir sucesivamente la misma correa, se les da un ancho igual al de la correa. El ancho de las llantas de las poleas aisladas es cuasi igual, en general, á las $\frac{3}{4}$ del ancho de la correa. Las pequeñas poleas de trasmisión tienen, en general, rayos rectos; los de poleas medias son de curvatura sencilla, y los de las grandes presentan una doble curvatura. Los cubos son un poco más largos que el ancho de la llanta. Están ensamblados á lo grueso del árbol, donde se les fija con ayuda de una clavija, ó bien por una ó dos roscas de presión que atraviesan el cubo cuando sólo tienen que transmitir esfuerzos ligeros. Se hacen con bastante frecuencia poleas de dos piezas, unidas entre sí por 4 pernos. Estas poleas tienen la ventaja de poder ser cambiadas de lugar sin dificultad alguna, segun las necesidades: son sobre todo cómodas cuando los árboles de trasmisión son toscos: las poleas ordinarias dan cuasi las mismas facilidades con los árboles enteramente torneados, de que se ha hablado al principio de este artículo.

Cuando se establece una trasmisión, es prudente conservar algunas poleas de repuesto, de diámetros que varían en relaciones poco complicadas, á fin de poder variar las velocidades segun las exigencias del trabajo ó condiciones del motor.

Las correas que reúnen las poleas de trasmisión de los aparatos agrícolas, son de cuero. Las diversas sustancias elásticas propuestas hasta el presente para reemplazarle, están lejos de presentar las mismas ventajas.

Las correas deben ser de cuero de excelente calidad, bien homogéneo, igualmente flexible en toda su longitud; se las engrasa ligeramente de tiempo en tiempo con una mezcla de sebo y grasa para conservarlas y aumentar su flexibilidad: esta operacion se hace con facilidad durante su movimiento. Las correas sencillas de las máquinas agrícolas ordinarias tienen de 0^m.003 á 0^m.005 de espesor. Las correas no deben estar sometidas á una tension mayor de 0^k.250 por milímetro cuadrado de seccion.

Su ancho puede determinarse, de una manera aproximada, multiplicando por 0,13 la relacion de la fuerza expresada en caballos á la velocidad de la circunferencia en metros por segundo de la polea motriz. Todos los buenos comerciantes de correas dan las dimen-